بررسی میزان بارش بر تغییر سطح آب دریاچه مهارلو با استفاده از داده‌های سنجش از دور

غلامعلی مظفری[1]
مهدی نارنگی فرد[2]*

۱. دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، یزد، ایران
۲. دانشجوی دوره دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

***نویسنده مسئول مکاتبات**
Mahdi_narangifard@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۰۳
کد مقاله: ۱۳۹۳۰۱۰۶۹
این مقاله برگرفته از رساله دکتری است.

چکیده

رخداد خشکسالی‌های متوالی، احداث سدهای متعدد بروی رودخانه‌های ورودی به دریاچه‌ها و تالاب‌ها، بهره‌برداری فزاینده آب در نواحی پیرامونی دریاچه‌ها به همراه تغییرات آب و هوایی عمده مشکلاتی است که دریاچه‌ها و تالاب‌های ایران را تهدید می‌نماید. در این پژوهش به منظور ارزیابی تغییرات مساحت دریاچه مهارلو از داده‌های چند زمانه سنجنده TM ماهواره لندست در تاریخ‌های ۲۰ مارس ۱۹۹۹ و ۱۸ مارس سال ۲۰۰۹ استفاده گردید. سپس جهت استخراج تغییرات مساحت دریاچه از تصاویر ماهواره‌ای با بکارگیری روش طبقه‌بندی نظارت شده با اعمال خوارزمیک بیش‌ترین شباهت نوسان‌های سطح آب دریاچه در تاریخ‌های یاد شده انجام پذیرفت. یافته‌های پژوهش نشان داد، مساحت دریاچه در سال ۲۰۰۹ با کاهش ۱۰۷ کیلومتر مربعی در زمان مشابه نسبت به سال ۱۹۹۹ همراه بوده است، که عمدتاً به دلیل کاهش ۲۰۰ میلی‌متری میزان بارش در سال آبی نسبت به دوره مشابه است. این شرایط نشان می‌دهد که تا چه میزان وضعیت دریاچه شکننده و متأثر از میزان بارش است در عمده سال‌هایی که بارش زیر میانگین (۳۰۰ میلی‌متر) رخ داده است دریاچه در ماه می دچار خشکی است. برعکس در سال‌های که بارش در سال آبی بیش از ۴۰۰ میلی‌متر است شرایط دریاچه در تمامی ماه‌های با پرآبی همراه است.

واژگان کلیدی: ماهواره لندست، سنجنده TM، طبقه‌بندی نظارت شده، دریاچه مهارلو.

مقدمه

دریاچه‌ها، تالاب‌ها، رودخانه‌ها، آبگیرها، آب‌بندان‌ها و آب‌های زیرزمینی همواره نقش مهمی را در فعالیت‌های کشاورزی همچون تولید آبزیان، دامداری، نیازمندی‌های اصلی انسان و حفظ تنوع زیستی به عهده دارند. تالاب‌ها و یا دریاچه‌ها به عنوان منابع آبی ارزشمند از نظر اکولوژیکی و اقتصادی می‌توانند در ابعاد منطقه‌ای و یا جهانی مطرح گردیده و به جهت کاربری‌های گوناگون مانند: تامین آب، تغذیه آب‌های زیرزمینی، مهار سیلاب، رسوب‌گیری، نگه‌داری مواد مغذی، تولید انرژی، حمل و نقل آبی، گردشگری برای انسان بسیار موثر باشند (محمدی-یگانه و همکاران، ۱۳۹۲). هر اکوسیستم آبی شامل دریاچه‌ها، دریاها، تالاب‌ها، رودخانه‌ها، مانداب‌ها، مرداب‌ها و باتلاق‌ها برای بقا و عملکرد مناسب، نیاز به مقدار ویژه‌ای آب دارد که بدان نیاز آبی زیست محیطی (Environmental Water Requirement: EWR) اطلاق می‌گردد (پیری، ۱۳۸۹). در ایران مرکزی دریاچه‌های متعددی وجود دارد که به صورت حوضه‌ی انتهایی در قلمرو خشک و نیمه‌خشک می‌باشند. در حال حاضر تبخیر از این دریاچه‌ها از میزان آب ورودی بیش‌تر است در نتیجه کانی‌های محلول که در دوره مرطوب‌تر وارد این حوضه‌ها شده است، بر اثر ادامه خشکی رسوب می‌نماید و زون‌های متعددی از کانی‌های تبخیری ایجاد می‌کنند و باعث به وجود آمدن دریاچه‌های شور (پلایا) می‌گردند (قهرودی تالی و همکاران، ۱۳۹۰). محیط‌های ساحلی از حساس‌ترین سامانه‌های محیطی به‌شمار می‌روند که تحت تأثیر فرآیندهای هیدرودینامیکی حاکم، تغییر و تحول در آن‌ها نسبتاً سریع بوده و شاید از این نظر قابل مقایسه با سایر سامانه‌های ژئومرفولوژی نباشد (یمانی و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین بررسی و پایش نوسانات مساحت این دریاچه‌ها و میزان تأثیرگذاری این تغییرات بر محیط پیرامونی خود با توجه به آستانه بالای حساسیت زیست محیطی در این گونه زیستگاه‌ها دارای اهمیت به‌سزایی است.

کاربری زمین یکی از مهم‌ترین عواملی است که انسان از طریق آن محیط زیست را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی فرایندی است که منجر به ایجاد درک صحیحی از نحوهٔ تعامل انسان و محیط زیست می‌شود. این مسئله در مورد مناطق حساس زیستی و به‌ویژه تالاب‌ها از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. براین اساس، پایش روند تغییرات تالاب‌ها و اراضی پیرامونی آن‌ها می‌تواند در مدیریت این اکوسیستم‌های ارزشمند راهگشا باشد (زبردست و جعفری، ۱۳۹۰). برنامه‌ریزی برای حفاظت و توسعه تالاب‌ها به پایش تغییرات آن‌ها در طول زمان نیازمند است. پایش تغییرات ناشی از طبیعت و فعالیت‌های انسان به وسیله فنون سنجش از دور در مدیریت تالاب‌ها امکان‌پذیر است. فن سنجش از دور یک ابزار ضروری و با ارزش در ارزیابی تغییرات به دلیل پوشش مکرر و تکراری کره زمین می‌باشد (رحیمی بلوچی و همکاران، ۱۳۹۱). پایش تغییرات کاربری و پوشش اراضی نقش اساسی در برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست دارد. داده‌های ماهواره‌ای کارایی بالایی در آشکارسازی و تجزیه و تحلیل تغییرات زیست محیطی دارند (سفیانیان، ۱۳۸۸). آشکارسازی تغییرات (Change Detection) فرآیندی است که امکان مشاهده و تشخیص تفاوت‌ها و اختلافات سری زمانی پدیده‌ها، عارضه‌ها و الگوهای سطح زمین را فراهم می‌کند (Lu *et al*., 2004). معمولاً، آشکارسازی تغییرات ناشی از تشخیص مناطق تغییر یافته در دو تصویر و دو زمان متفاوت می‌باشد (Xiaolu and Bo, 2011). در این میان استفاده از فن‌آوری سنجش از دور به عنوان بهترین وسیله برای آشکارسازی و ارزیابی تغییرات شناخته شده است چرا که با پیشرفت‌های انجام گرفته در این فن‌آوری و تولید تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک طیفی و مکانی بالا و هم‌چنین انواع فنون پردازش تصویر می‌توان تغییرات کاربری را برآورد نموده و نسبت به مدیریت آن‌ها اقدام نمود (فیضی‌زاده و حاجی میررحیمی، ۱۳۸۷). تصاویر اپتیکی در میان داده‌های دور سنجی مزایای زیادی دارند که تفسیر آسان و سهولت دسترسی از آن جمله‌اند. به همین علت بیش‌تر پژوهش‌ها در خصوص استخراج خطوط ساحلی با استفاده از تصاویر اپتیک صورت می‌گیرد. از طرف دیگر مشخصه‌های طیفی آب به گونه‌ای است که در باندهای مادون قرمز انعکاسی نسبت به باندهای مرئی تفاوت بارزی وجود دارد. همین ویژگی‌های آب سبب شده که تصاویر سنجنده‌هایی که هم باندهای مرئی و هم باندهای مادون قرمز انعکاسی زیادی دارند برای استخراج پایش خطوط ساحلی به‌طورگسترده مورد استفاده قرار گیرند سنجنده‌های TM و +ETM ماهواره لندست از این جمله‌اند (آل‌شیخ و همکاران، ۱۳۸۴).

پژوهش‌های متعددی در زمینه‌ی پایش تغییرات خطوط ساحلی دریاچه‌ها و تالاب‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای صورت گرفته که میتوان به موارد ذیل اشاره نمود.

Mistry و Conway (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر فراسنج‌های آب و هوایی موثر بر نوسانات سطح دریاچه ویکتوریا (Victoria) در شرق قاره آفریقا پرداختند (Mistry and Conway, 2003). Guariglia و همکاران (۲۰۰۶) تغییرات خطوط ساحلی منطقه ایونی (Ionian) در جنوب ایتالیا را بر اساس رویکرد چند زمانه و روش چند منبعی با استفاده از داده‌های ماهواره SPOT و TM مورد شناسایی قرار دادند (Guariglia *et al*., 2006). Trumpickas و همکاران (۲۰۰۹) به مطالعه روابط تجربی بین درجه حرارت سطح آب دریاچه‌های سوپریو (Superior)، هورن (Huron)، ایری (Erie) و انتاریو (Ontario) کانادا و درجه حرارت هوا محل جهت تخمین دمای آب در آینده با استفاده از درجه حرارت هوا پرداختند (Trumpickas *et al*., 2009). Kurt و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از داده‌های ماهواره لندست به روش طبقه‌بندی نظارت شده به شناسایی تغییرات خطوط ساحلی در کرانه‌های شهر استامبول پرداختند، یافته‌های این پژوهش نشان داد در بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۷ سواحل استامبول با گسترش ۳۲ کیلومتر همراه بوده است (Kurt *et al*., 2010). Singh و همکاران (۲۰۱۲) تغییرات خط ساحلی دریاچه آرال با استفاده تصاویر ماهواره لندست مورد بررسی قرار دادند (Singh *et al*., 2012). Sima و Tajrishy (۲۰۱۳) حجم، مساحت، ارتفاع دریاچه ارومیه را با استفاده از داده‌های سنجش از دور و مدل‌های تحلیلی مورد بررسی قرار دادند (Sima and Tajrishy, 2013). Duan و همکاران (۲۰۱۳) تغییرات حجم آب در دریاچه‌های مید (Mead) در آمریکا، تانا (Tana) در اتیوپی و ایجسل (IJssel) در هلند مورد مطالعه قرار دادند (Duan *et al*., 2013).

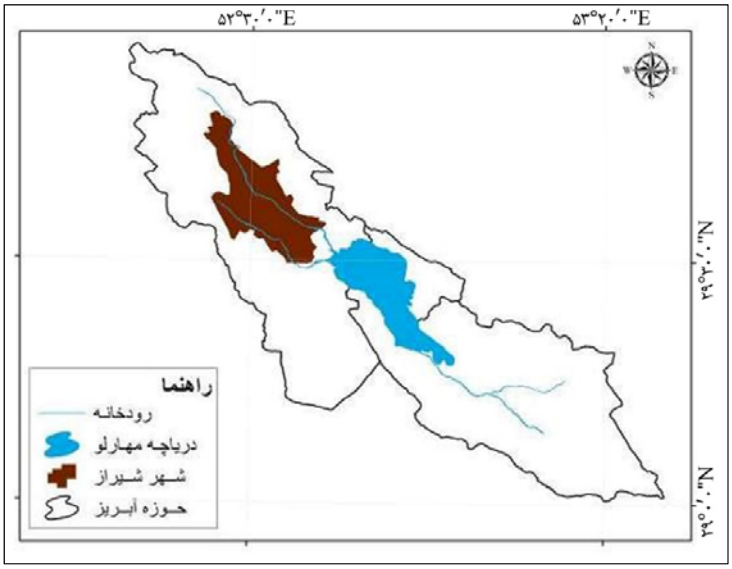
بیش‌تر پژوهش‌ها در زمینه نوسانات خطوط ساحلی در ایران در مورد دریاچه ارومیه صورت گرفته است از جمله آل‌شیخ و همکاران (۱۳۸۴)، رسولی و همکاران (۱۳۸۷)، شایان و جنتی (۱۳۸۶)، رسولی و عباسیان (۱۳۸۸)، جلیلی و همکاران (۱۳۹۰) و یاراحمدی (۱۳۹۳) اشاره کرد. هم‌چنین در این راستا زبردست و جعفری (۱۳۹۰) در پژوهشی به شناسایی روند تغییرات محیط زیستی تالاب انزلی در یک دورهٔ

زمانی ده‌ساله با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداختند. قربانی و همکاران (۱۳۹۱) تغییرات کاربری اراضی محدوده تالاب‌های آلاگل، آلماگل و آجی‌گل ترکمن‌صحرا با استفاده از تصاویر سنجنده TM و ETM+ ماهواره لندست مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد خشکسالی، احداث سد، برداشت بی‌رویه آب تالاب‌ها برای مصارف کشاورزی، پرورش ماهی و احداث کانال و جاده در منطقه و بین تالاب‌ها از دلایل اصلی کاهش پوشش گیاهی با تراکم زیاد در منطقه بوده است. باقرزاده‌کریمی و فتحی‌سقزچی (۱۳۸۸) با استفاده از تصویر ماهواره IRS اثر بالا آمدن آب دریای مازندران بر اراضی کشاورزی پیرامون تالاب انزلی بررسی کردند. رفیعی و همکاران (۱۳۹۰) تغییرات تالاب نیریز با استفاده از تصاویر چند زمانه سنجنده TM ماهواره LANDSAT با اعمال روش طبقه‌بندی نظارت شده و خوارزمیک بیش‌ترین شباهت مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های پژوهش نشان داد کاهش ۵۲ درصدی مساحت آب به عنوان مهم‌ترین تغییرات این تالاب، گواه بروز و گسترش بحران زیست محیطی در منطقه است. گنجعلی و ایلدرومی (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای به بررسی تغییرات مرز خشکی و آبی مناطق حفاظت شده تالاب انزلی پرداختند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که تغییرات مشهود در برخی از مناطق حفاظت شده از جمله سلکه و سرخانکل به دلیل عواملی چون تغییرات رسوب‌گذاری رودخانه‌ها، کانال‌کشی پمپاژ آب تالاب به منظور استفاده‌های گوناگون و خشک‌کردن غیر مجاز آن اتفاق افتاده است در حالی‌که برخی از مناطق حفاظت شده به‌دلیل حفاظت و مدیریت آن‌ها دارای کم‌ترین تغییرات بوده‌اند. احمدی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی روند تغییرات خط ساحلی در شهرستان بندر دیر با استفاده از تصاویر ماهواره لندست پرداختند، تغییرات مکانی خط ساحل در این پژوهش نشان داد که پیشروی آب دریا به سمت خشکی و با کاهش محدوده ساحلی همراه بوده است.

دریاچه مهارلو به عنوان نزدیک‌ترین دریاچه داخلی به کلان‌شهر شیراز یکی از منحصر به فردترین دریاچه‌های ایران محسوب می‌شود. نقش تعدیل‌کننده این دریاچه بر آب و هوای شیراز و خطرات ناشی از خشک‌شدن این دریاچه بسیار حائز اهمیت است. بدین جهت هدف از این نوشتار پایش و بررسی میزان بارش بر نوسانات مساحت آب دریاچه مهارلو به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد این دریاچه با بکارگیری تصاویر سنجنده TM ماهواره LANDSAT و پهنه‌بندی بارشی حوضه با استفاده از داده‌های ماهواره TRMM می‌باشد.

مواد و روش‌ها

دریاچه مهارلو در فاصله هفت کیلومتری جنوب خاوری شهر شیراز بین ۲۹ درجه ۱۸ دقیقه تا ۲۹ درجه ۳۳ دقیقه عرض شمالی و بین ۵۲ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۵۸ دقیقه طول جغرافیایی قرار دارد، مساحت این دریاچه بالغ بر ۲۵۷/۷ کیلومتر مربع است (شکل ۱). این حوضه از شمال به دریاچه‌ی بختگان و از جنوب و باختر به حوزه آبریز قره‌آغاج محدود می‌شود، که سه زیر حوضه سروستان، گشنگان و حوضه‌ی باختری مهارلو تشکیل شده است؛ دریاچه مهارلو در یک فرونشست ناودیسی مانند، شکل گرفته که گسل سروستان از آن می‌گذرد (قهرودی تالی و همکاران، ۱۳۹۰). سری هرمز به سن کامبرین قدیمی‌ترین سنگ‌های موجود در حوضه را تشکیل داده‌اند و جدیدترین واحدهای سنگی متعلق به کواترنر است (خاکسار و همکاران، ۱۳۸۵). حدود ۱۰ چشمه اصلی و تعدادی چشمه کوچک در حاشیه دریاچه وجود دارد که اغلب در بخش باختری دریاچه دیده می‌شوند. جهت جریان آب زیرزمینی در دشت آبرفتی شیراز به سمت دریاچه مهارلو است (فیاضی و همکاران، ۱۳۸۶). تأثیر توده‌های هوای گوناگون، دامنه‌ی ارتفاعی قابل توجه در حوضه، کشیدگی و وسعت نسبتاً زیاد حوضه سبب شده است که آب و هوای منطقه تا حدودی متغیر و گوناگون باشد، میزان بارندگی در شمال و شمال باختر حوضه به بیش از ۵۰۰ میلی‌متر و در سمت خاور و شمال خاوری به کم‌تر از ۵۰۰ میلی‌متر و تا ۲۵۸ میلی‌متر در سروستان می‌رسد (زمردیان و همکاران، ۱۳۹۱).



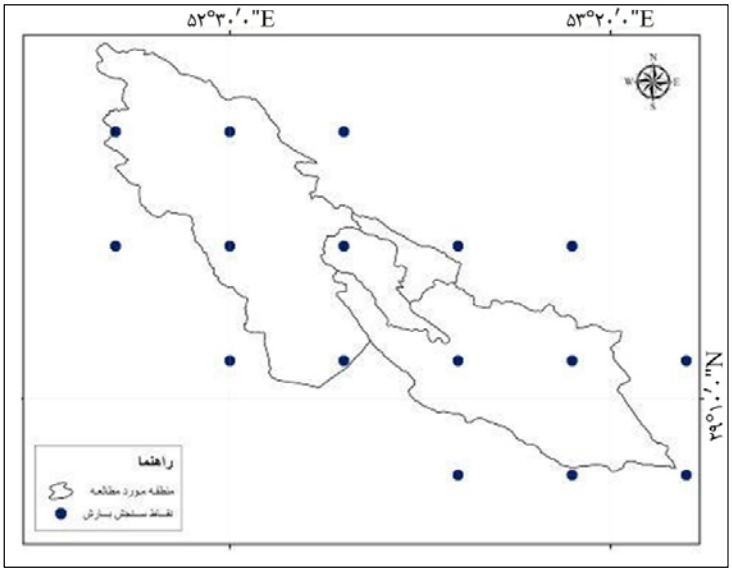
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی سرزمین پژوهش دریاچه مهارلو.

داده‌های به‌کارگیری شده در این پژوهش شامل داده‌های ماهانه بارش ایستگاه همدید شیراز در بازه زمانی (۲۰۱۱-۱۹۷۳) و دو تصویر ماهواره‌ای لندست در سال‌های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹ است، که از از تارنمای سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده (United States Geological Survey: USGS) دریافت گردید؛ ویژگی‌های این تصاویر در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱: مشخصات تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده در پژوهش.

ردیف	تاریخ برداشت میلادی	ردیف و گذر	ماهواره	سنجنده
۱	۱۹۹۹/۳/۲۰	۱۶۲-۴۰	LANDSAT 5	TM
۲	۲۰۰۹/۳/۱۸	۱۶۲-۴۰	LANDSAT 5	TM

همچنین جهت انجام پهنه‌بندی بارشی در حوضه مهارلو از داده‌های ماهواره TRMM استفاده شد. داده‌های بارشی استخراج شده از ماهواره TRMM از تارنمای http://disc2.nascom.nasa.gov در قالب داده‌های زمانی ماهانه در بازه زمانی مورد نظر (شش ماهه دوم سال ۱۳۷۷ و ۱۳۸۷) با تفکیک مکانی ۰/۲۵ × ۰/۲۵ درجه در بردارنده ۱۶ نقطه با فرمت ASCII دریافت گردید (شکل ۲).



شکل ۲ : موقعیت جغرافیایی نقاط داده‌های ماهواره TRMM.

جهت انجام پهنه‌بندی بارش در تاریخ‌های مورد نظر با استفاده از فنون زمین‌آمار پهنه‌بندی به روش کریجینگ معمولی (Ordinary Kriging) در محیط نرم‌افزار ArcGIS انجام پذیرفت. سپس بر اساس روش پارامتریک طبقه‌بندی نظارت شده (Supervised Classification) در محیط نرم‌افزار ERDAS IMAGING 9.2، با معرفی علائم طیفی با اعمال خوارزمیک (Algorithm) بیش‌ترین شباهت (Maximum Likelihood)، طبقه‌بندی نظارت شده جهت استخراج پایش تغییرات خط ساحلی و مساحت آب دریاچه انجام شد. در طی این فرآیند نخست عملیات مبتنی بر ترکیب (Color Composite) باندها انجام گرفت. که پس از تعریف نمونه‌های تعلیمی (Training Area) به کمک اطلاعات یاخته‌های هر گروه از طبقه مورد نظر نشانه‌های طیفی (Spectral Signature) آن پدیده محاسبه و میزان تناسب نمونه‌ها، همگنی و یکنواختی آن‌ها و همچنین میزان همپوشی آن‌ها محاسبه گردید. پس از تهیه نشانه‌های طیفی عملیات طبقه‌بندی بروی تمامی تصویر و باندهای طیفی انجام شد. برای محاسبه احتمال از تابع چگالی نرمال چند متغیره n بعدی رابطه ۱ استفاده می‌شود:

رابطه ۱:
$$(x|w_i) = (2\pi)^{-f/2} \, |\sum i|^{-1/2} \exp \langle \left(-\frac{1}{2}\right) (x - m_i)^t \sum_i^{-1} (x - m_i) \rangle$$

در این رابطه m_i بردار میانگین $\sum i$ ماتریس کواریانس داده‌های کلاس W_i می‌باشند. F تعداد باندها و علامت // نماد دترمینال است. میانگین و واریانس بر اساس پیکسل‌های معلوم هر کلاس که در مرحله تمرینی مشخص می‌شوند انجام می‌پذیرد (فاطمی و رضایی، ۱۳۸۹). در پایان ساختار رستری (Raster) نقشه‌های حاصله در محیط نرم‌افزار ArcGIS به ساختار برداری (Vector) تبدیل، و مساحت مورد نظر آن استخراج گردید.

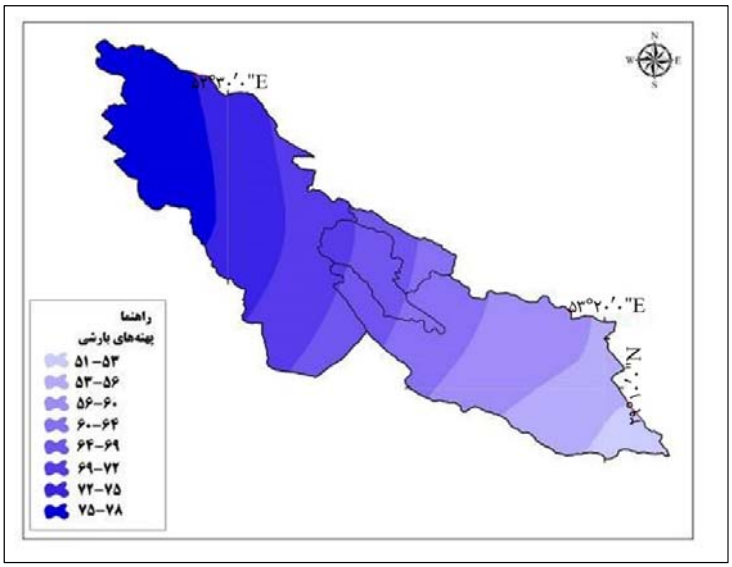
نتایج

جهت بررسی تأثیرات نوسان مساحت آب دریاچه مهارلو، نخست دوره زمانی پایان زمستان انتخاب گردید. جدول ۲ مجموع میزان بارش ایستگاه همدید شیراز منتهی به زمان انتخاب تصاویر را نشان می‌دهد. بر این اساس در شش ماهه دوم سال ۱۳۷۷ (۱۹۹۹ میلادی) ۳۰۳/۹ میلی‌متر و در سال ۱۳۸۷ (۲۰۰۹ میلادی) تنها ۱۰۴ میلی‌متر بارش به ثبت رسیده است که کاهش ۲۰۰ میلی‌متری را نسبت به سال آبی ۷۸-۱۳۷۷ نشان می‌دهد.

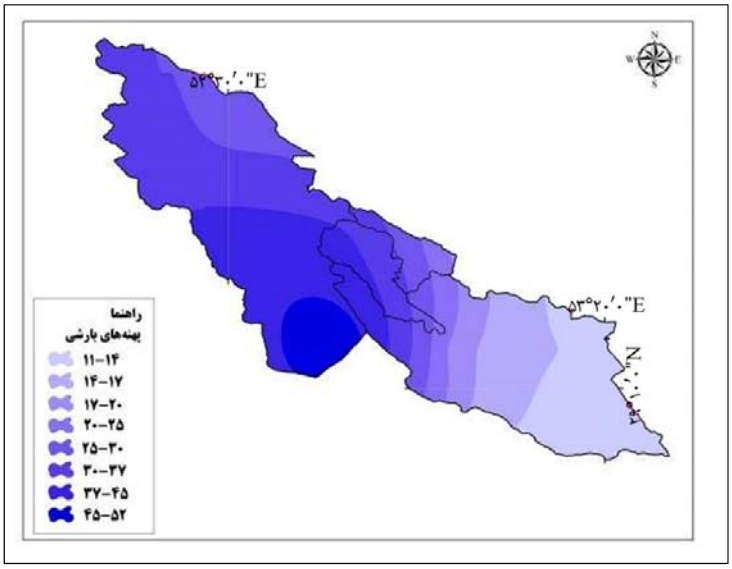
جدول ۲: مجموع میزان بارش منتهی به تاریخ دریافت تصاویر به میلی‌متر.

سال/ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	مجموع
۱۳۷۷	۰/۱	۰	۰	۹۴/۷	۸۲	۱۲۷/۱	۳۰۳/۹
۱۳۸۷	۰	۳۲	۵/۳	۲۵/۹	۱۸/۲	۲۲/۵	۱۰۴

میانگین پهنه‌بندی بارش حوضه نیز در دو بازه زمانی یاد شده با استفاده از داده‌های ماهواره TRMM ترسیم گردید. بر این اساس در نیمه نخست سال آبی ۱۳۷۷–۱۳۷۸ (برابر با تاریخ تصویر در سال ۱۹۹۹) میانگین بالاترین پهنه بارشی ۷۵–۷۸ میلی‌متر و میانگین بارش کل حوضه ۶۵/۶ میلی‌متر می‌باشد (شکل ۳)، که در مقابل در نیمه نخست سال آبی ۱۳۸۷–۱۳۸۸ (برابر با تاریخ تصویر در سال ۲۰۰۹) میانگین بالاترین پهنه بارشی ۵۲–۴۵ میلی‌متر و میانگین بارش کل حوضه ۲۵/۷ میلی‌متر است (شکل ۴).

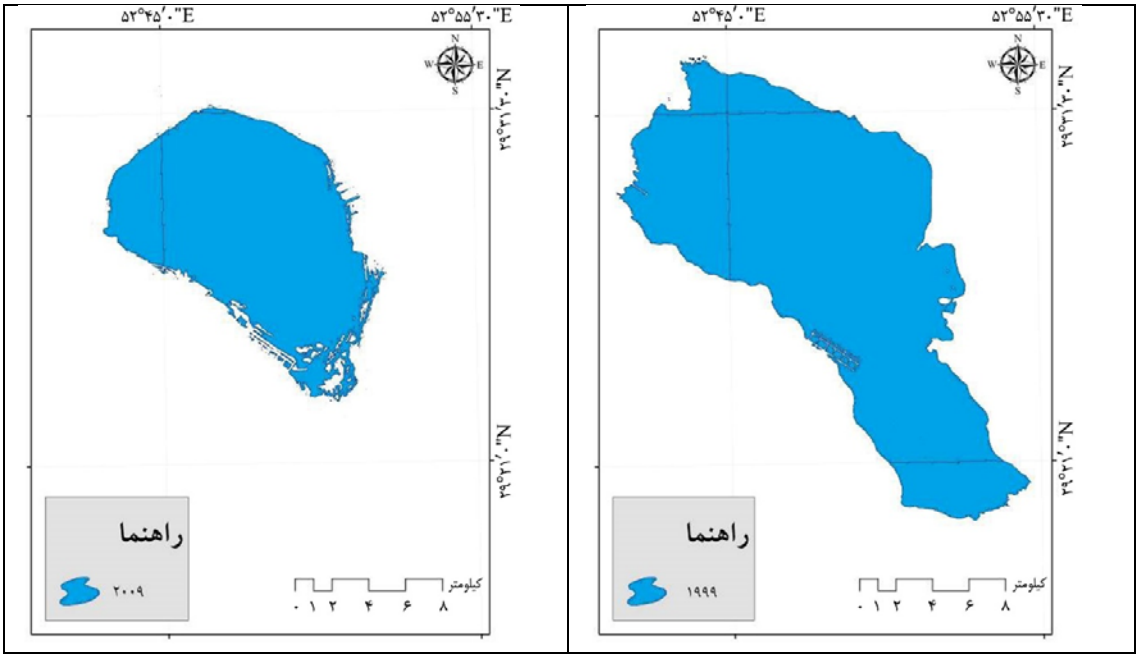


شکل ۳: میانگین پهنه‌بندی بارش حوضه مهارلو در سال ۱۳۷۷.



شکل ٤: میانگین پهنه‌بندی بارش حوضه مهارلو در سال ۱۳۸۷.

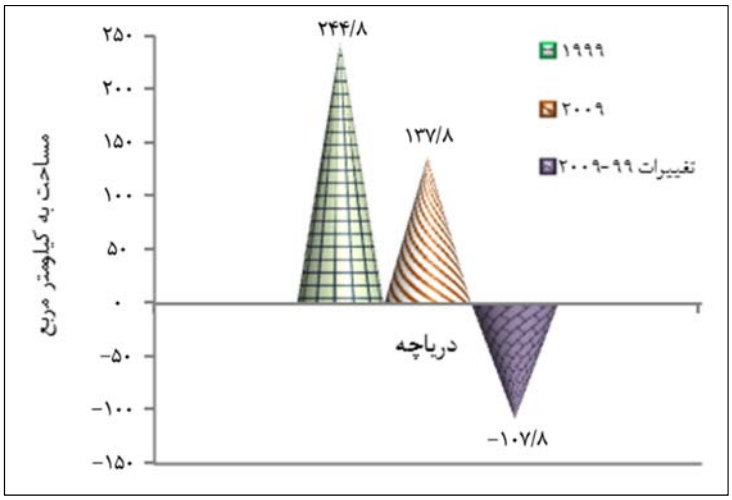
جهت ارزیابی و محاسبه تغییرات مساحت دریاچه، نقشه‌های کاربری با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده با اعمال خوارزمیک بیش‌ترین شباهت به کار گرفته شد. تصاویر استخراج شده در سال ۱۹۹۹ در شکل ۵ و سال ۲۰۰۹ میلادی در شکل ۶ نمایش داده شده است.



شکل ۵: گستره سطح آب دریاچه مهارلو در سال ۱۹۹۹.

شکل ٦: گستره سطح آب دریاچه مهارلو در سال ۲۰۰۹.

مساحت دریاچه و تغییرات مربوط به آن در شکل ۷ نشان داده شده است. بر این اساس مساحت دریاچه در سال‌های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹ به ترتیب ۲۴۴ و ۱۳۷ کیلومتر مربع بوده است که کاهش ۱۰۷ کیلومتر مربعی را نشان می‌دهد.



شکل ۷: مساحت دریاچه مهارلو و تغییرات آن در سال‌های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹.

بحث و نتیجه‌گیری

دریاچه مهارلو به لحاظ نزدیکی به کلان‌شهر شیراز دارای نقش تعدیل‌کننده رطوبتی و دمائی مهمی بر این شهر می‌باشد. بروز خشکسالی طی دهه‌های اخیر و پی‌آمد آن کاهش سطح آب این دریاچه بر شرایط رطوبتی و دمایی مناطق پیرامونی آن به ویژه شهر شیراز اثرات نامطلوبی به همراه داشته است. با توجه به بررسی‌های انجام شده، یافته‌های به دست آمده نشان می‌دهد که مساحت دریاچه در بازه زمانی ۱۰ ساله دچار کاهش مساحت در حدود ۱۰۷ کیلومتر مربع شده است. کاهش ۲۰۰ میلی‌متری بارش نسبت به دوره مشابه در سال ۲۰۰۹ عامل اصلی این میزان کاهش در مساحت آب دریاچه بوده است. این شرایط نشان می‌دهد که تا چه میزان وضعیت دریاچه شکننده و متأثر از میزان بارش است در عمده سال‌هایی که بارش زیر میانگین (۳۰۰ میلی‌متر) رخ داده است دریاچه در ماه می دچار خشکی است. برعکس در سال‌های که بارش در سال آبی بیش از ۴۰۰ میلی‌متر است شرایط دریاچه در تمامی ماه‌های با پرآبی همراه است. وابستگی شدید دریاچه به بارش، کوچک بودن حوزه آبریز، فصلی بودن رودهای ورودی به دریاچه وضعیت دریاچه به شدت حساس کرده است، بدین جهت احداث هرگونه بند به ویژه از نوع مخزنی در این حوضه پیشنهاد نمی‌شود. با این حال خشک‌شدن دریاچه با توجه به جهت شمال باختری وزش باد غالب می‌تواند تأثیرات مخربی از جمله شور شدن و مشکلات زیست محیطی بر زمین‌ها و مناطق خاوری دریاچه به همراه داشته باشد. همچنین با توجه به ارزش قابل توجه گردشگری و اکولوژیکی دریاچه (منافی‌ملایوسفی و حیاتی، ۱۳۸۹؛ نیری، ۱۳۹۲)، لزوم حفاظت و حراست طبیعی از دریاچه، هم از جهت کمی (وسعت دریاچه) هم به جهت کیفی (کیفیت آب دریاچه) به لحاظ وجود شرایط محدود کننده غیر زیستی مانند شوری بالا تا حد ۳۰۰ گرم در لیتر و دمای آب نسبتاً بالا، دربر دارنده آرتمیا پارتنوژنتیکا (Artemia Parthenogenetica) (حافظیه، ۱۳۸۱) از اهمیت دوچندان برخوردار است. پژوهش صورت گرفته توسط آل‌شیخ و همکاران (۱۳۸۴) در خصوص پایش خطوط ساحلی دریاچه ارومیه در فاصله زمانی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۱ با استفاده از تصاویر ماهواره لندست نیز نشان داد مساحت دریاچه ۱۰۴۰ کیلومتر مربع کاهش یافته است. همچنین پژوهش رسولی و همکاران (۱۳۸۸) نیز کاهش ۲۳ درصدی مساحت سطوح آبی دریاچه ارومیه که با استفاده از تصاویر چند زمانه ماهواره لندست انجام پذیرفته بود، تایید می‌نماید. به طور کلی با توجه به مطالعات انجام گرفته می‌توان اشاره کرد به‌کارگیری تصاویر چند زمانه سنجنده‌های +ETM، TM، MSS و IRS می‌تواند جهت پایش و آشکارسازی تغییرات پهنه‌های آبی و خطوط ساحلی با دقت مناسب مورد استفاده قرار بگیرد.

منابع

احمدی، م.، رامشت، م. و درفشی، خ.، ۱۳۹۳. بررسی روند تغییرات خط ساحلی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی؛ مطالعه موردی: ساحل شهرستان بندر دیر، خلیج فارس، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۵، شماره سوم: صفحات ۷۴-۶۳.

آل‌شیخ، ع.، علی محمدی، ع. و قربانعلی، ع.، ۱۳۸٤. پایش خطوط ساحلی دریاچه ارومیه با استفاده از سنجش از دور، نشریه علوم جغرافیایی، جلد ۴، شماره ۵: صفحات ۲۴-۹.

باقرزاده کریمی، م. و فتحی سقزچی، ف.، ۱۳۸۸. بررسی اثر بالا آمدن آب دریای خزر بر اراضی کشاورزی اطراف تالاب انزلی با استفاده از سنجش از راه دور، تالاب، سال اول، شماره اول: صفحات ۱۰۸-۱۰۵.

پیری، ح.، ۱۳۸۹. برآورد نیاز آبی زیست محیطی تالاب هامون، تالاب، سال دوم، شماره ششم: صفحات ۶۹-۵۷.

جلیلی، ش.، مرید، س.، بناکار، ا. و نامدار قنبری، ر.، ۱۳۹۰. ارزیابی تأثیر شاخص‌های اقلیمی NAO و SOI بر تغییرات تراز دریاچه ارومیه، کاربرد روش‌های آنالیز طیفی سری‌های زمانی، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شماره ۱: صفحات ۱۴۹-۱۴۰.

حافظیه، م.، ۱۳۸۱. بررسی برخی از خصوصیات زیستی و تراکم آرتمیا در دریاچه مهارلو استان فارس، مجله علمی شیلات ایران، سال یازدهم، شماره ۴، صفحات ۲۸-۱۱.

خاکسار، ک.، گودرزی، م.، غریب‌رضا، م. و رحمتی، م.، ۱۳۸۵. تعیین حساسیت سازندهای زمین شناسی حوضه آبریز مهارلو به فرسایش، علوم زمین، سال شانزدهم، شماره ۶۲: صفحات ۱۴-۱.

رحیمی بلوچی، ل.، زرع‌کار، آ. و ملک محمدی، ب.، ۱۳۹۱. بررسی تغییرات زیست محیطی با استفاده از سنجش از دور و شاخص کیفیت آب (مطالعهٔ موردی: تالاب بین‌المللی شادگان)، کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال سوم، شماره ۴: صفحات ۵۵-۴۳.

رسولی، ع.، عباسیان، ش. و جهانبخش، س.، ۱۳۸۷. پایش نوسان‌های سطح آب دریاچه ارومیه با پردازش تصاویر ماهواره‌ای چند سنجنده‌ای و چند زمانه‌ای، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۲، شماره ۲: صفحات ۷۱-۵۳.

رسولی، ع. و عباسیان، ش.، ۱۳۸۸. تحلیل مقدماتی سری‌های زمانی تراز سطح آب دریاچه‌ای ارومیه، نشریه‌ی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۴، شماره ۲۸: صفحات ۱۶۵-۱۳۷.

رفیعی، ی.، ملک محمدی، ب.، آبکار، ع.، یاوری، ا.، رمضانی مهریان، م. و ظهرابی، ح.، ۱۳۹۰. بررسی تغییرات زیست محیطی تالاب‌ها و مناطق حفاظت شده با استفاده از تصاویر چند زمانه سنجنده TM (مطالعهٔ موردی: تالاب نیریز)، محیط شناسی، سال سی و هفتم، شمارهٔ ۵۷: صفحات ۷۶-۶۵.

زبردست، ل. و جعفری، ح.، ۱۳۹۰. ارزیابی روند تغییرات تالاب انزلی با استفاده از سنجش از دور و ارائهٔ راه حل مدیریتی، محیط شناسی، سال سی و هفتم، شمارهٔ ۵۷: صفحات ۶۴-۵۷.

زمردیان، م.، خاکپور، م. و ولایتی، س.، ۱۳۹۱. تحلیل لندفرم های هیدروژئومورفولوژیک حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو بر مبنای روابط تعاملی فرایندهای مورفوتکتونیک، مورفوکلیماتیک و هیدرومورفیک، جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، سال دهم، شماره ۱۹: صفحات ۷۰-۴۷.

سفایانیان، ع.، ۱۳۸۸. بررسی تغییرات کاربری اراضی محدوده شهر اصفهان با استفاده از تکنیک آشکارسازی برداری تغییرات طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷، علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، سال سیزدهم، شماره ۴۹: صفحات ۱۶۴-۱۵۳.

شایان، س. و جنتی، م.، ۱۳۸٦. شناسایی نوسانات مرز پیرامونی و ترسیم نقشه پراکنش مواد معلق دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (سنجنده‌های ETM, TM & LISSIII)، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۲: صفحات ۳۹-۲۵.

فاطمی، ب. و رضایی، ی.، ۱۳۸۹. مبانی سنجش از دور. چاپ دوم، انتشارات آزاده، ۲۵۷ ص .

فیاضی، ف.، نخعی، م. و لک، ر.، ۱۳۸۶. پیشنهاد تغییرات جزئی در نمودار تکامل شورابه، ارائه شده توسط اگوستر و هاردی با بررسی شورابه دریاچه مهارلو، علوم زمین، سال شانزدهم، شماره ۶۳: صفحات ۱۰-۱.

فیضی‌زاده، ب. و حاجی میررحیمی، م.، ۱۳۸۷. آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی شیء گرا (مطالعه موردی: شهرک اندیشه)، همایش ژئوماتیک، صفحات ۱۰-۱.

قربانی، ر.، تقی‌پور، ع. و محمودزاده، ح.، ۱۳۹۱. ارزیابی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی محدوده تالاب‌های بین المللی آلاگل، آلماگل و آجی گل ترکمن صحرا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۳ ، پیاپی ۴۸ ، شماره ۴: صفحات ۱۸۶-۱۶۷.

قهرودی‌تالی، م.، لشگری، ح. و سادات حسینی، ز.، ۱۳۹۰. شناسایی پهنه‌های رسوبی ناشی از تحولات اقلیمی در پلایای مهارلو با بکارگیری تکنیک PCA و شاخص OIF، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال اول، شماره ۳: صفحات ۳۶-۲۱.

گنجعلی، س. و ایلدرومی، ع.، ۱۳۹۱. بررسی تغییرات مرز خشکی و آبی مناطق حفاظت شده تالاب انزلی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، اکوبیولوژی تالاب، سال سوم، شماره ۱: صفحات ۱۰-۱.

محمدی یگانه، ب.، ولایی، م، و چراغی، م.، ۱۳۹۲. اثرات کاهش سطح آب دریاچه ارومیه در اقتصاد کشاورزی روستاهای پیرامون (مطالعه موردی: دهستان مرحمت‌آباد شمالی، شهرستان میاندوآب)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۵: صفحات ۵۵-۷۱.

منافی ملایوسفی، م. و حیاتی، ب.، ۱۳۸۹. برآورد ارزش تفرجی دریاچه مهارلو شیراز با استفاده از روش ارزش گذاری مشروط، نشریه محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۳، شماره ۳: صفحات ۳۰۲-۲۹۱.

نیری، زهرا.، ۱۳۹۲. احیای منظر تفریحی دریاچه مهارلو، منظر، شماره ۲۲: صفحات ۱۸-۲۱.

یاراحمدی، د.، ۱۳۹۳. تحلیل هیدروکلیماتولوژیکی نوسان‌های سطح آب دریاچهٔ ارومیه، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۶ ، شمارهٔ ۱: صفحات ۹۲-۷۷.

یمانی، م.، رحیمی هرآبادی، س، و گودرزی، م.، ۱۳۹۰. بررسی تغییرات دورهای خط ساحلی شرق تنگه‌ی هرمز با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور، پژوهش‌های فرسایش محیطی، شماره ۴: صفحات ۲۲-۵.

Duan, Z. and Bastiaanssen, W. G. M., 2013. Estimating water volume variations in lakes and reservoirs from four operational satellite altimetry databases and satellite imagery data, Remote Sensing of Environment, Vol 134: 403–416.

Guariglia, A., Buonamassa, A., Losurdo, A., Saladino, R., Trivigno, M. L., Zaccagnino, A. and Colangelo, A., 2006. A multisource approach for coastline mapping and identification of shoreline changes, ANNALS OF GEOPHYSICS, 49(1): 295-304.

http://disc2.nascom.nasa.gov

http://earthexplorer.usgs.gov

Kurt, S., Karaburun, A. and Demirci, A., 2010. Coastline changes in Istanbul between 1987 and 2007. *Scientific Research and Essays*, *5*(19): 3009-3017.

Lu, D., Mausel, P., Brondi´zio, E. and Moran, E., 2004. Change detection techniques, INT. J. REMOTE SENSING, 25 (12): 2365–2407.

Mistry, V. V. and Conway, D., 2003. Remote forcing of East African rainfall and relationships with fluctuations in levels of Lake Victoria. *International journal of climatology*, *23*(1): 67-89.

Sima, S. and Tajrishy, M., 2013. Using satellite data to extract volume–area–elevation relationships for Urmia Lake, Iran, Journal of Great Lakes Research, Vol 39: 90–99.

Singh, A., Seitz, F. and Schwatke, C., 2012. Inter-annual water storage changes in the Aral Sea from multi-mission satellite altimetry, optical remote sensing, and GRACE satellite gravimetry, Remote Sensing of Environment, Vol 123: 187–195.

Trumpickas, J., Brian, S., Minns, J. and Charles, K., 2009. Forecasting impacts of climate change on Great Lakes surface water temperatures, Journal of Great Lakes Research, Vol 35: 454–463

Xiaolu, S. and Bo, C., 2011. Change Detection Using Change Vector Analysis from Landsat TM Images in Wuhan, Procedia Environmental Sciences, (11): 238–244.